



FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS EMPRESARIALES

“METODO DE SELECCIÓN DE GRANOS CON IoT y VISIÓN ARTIFICIAL PARA  
MEJORAR EL RENDIMIENTO DEL CAFÉ PERGAMINO EN LA ASOCIACIÓN  
PRODUCTORES CAFETALEROS CAMPORREDONDO, 2019”

Trabajo de investigación para optar el grado de  
Bachiller en Ingeniería de Sistemas Empresariales.

Presentado por:  
Lolo Michel Bravo Ruiz

LIMA- PERÚ  
2019

**ANEXO 6**

**RESULTADO DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER**

Fecha: 08/07/2019

Facultad	Ciencias Empresariales		
<b>Carreras de pre grado</b>			
Ingeniería de Sistemas Empresariales	<input checked="" type="checkbox"/>	Ingeniería de Sistemas de Información y Gestión - CPE	<input type="checkbox"/>
Ingeniería Económica y de Negocios	<input type="checkbox"/>	Administración de Empresas - CPE	<input type="checkbox"/>
Administración de Negocios Internacionales	<input type="checkbox"/>		
Administración de Empresas	<input type="checkbox"/>		
Marketing y Administración	<input type="checkbox"/>		
<b>Código</b>	<b>Alumno</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Teléfono</b>
180000071	Bravo Ruiz, Lolo Michel	lmbra.bravoruiz@gmail.com	922772782

**Título del trabajo de investigación:**

Método de selección de granos con IoT y visión artificial para mejorar el rendimiento del café pergamino en la Asociación Productores Cafetaleros Camporredondo, Amazonas-2019

El Jurado revisor concluye que el Trabajo de Investigación para optar el Grado de Bachiller es:

- Aprobado (13 – 15)
- Aprobado – Muy Buena (16 – 18)
- Aprobado – Sobresaliente (19 – 20)
- Desaprobado (0 – 12)

Calificándola con nota de: 16 en letras (dieciseis)

**Comentario/sugerencias/recomendaciones/observaciones:**

Atentamente,



Profesor del curso  
Ing. Carlos Salvador Peralta Delgado

\*Este documento puede ser enviado por correo electrónico

**INDICE DE CONTENIDO**

iii

CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	7
1.2 Objetivos del proyecto .....	9
2.2.1 Objetivo general.....	9
2.2.2 Objetivos específicos. ....	9
1.3 Justificación del proyecto .....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	11
2.1. Antecedentes de la investigación .....	11
2.3 Bases teóricas.....	13
2.3.1 Inteligencia artificial. ....	13
2.3.2 Visión artificial .....	13
2.3.3 Algoritmos de visión artificial .....	16
2.3.4 Internet de la Cosas .....	19
2.3.5 Generalidades de café arábigo .....	20
2.3.6 Macro proceso de beneficio de café húmedo.....	21
2.3.7 Rendimiento de Café Pergamino .....	25
2.4 Definiciones Conceptuales.....	27
CAPITULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO .....	28
3.1. Arquitectura Empresarial .....	29
2.4.1 Arquitectura de negocios (Procesos). ....	29
2.4.2 Arquitectura de información (Datos).....	33
2.4.3 Arquitectura de Aplicación.....	34
2.4.4 Arquitectura tecnológica. ....	37
2.4.5 Factibilidad económica .....	38
3.2. Metodología para el desarrollo del proyecto .....	40
3.2.1 Caso de negocio. ....	40
3.2.2 Gestión del Alcance (Alcance de Proyecto, Alcance de Producto, Diccionario del EDT). 42	

	iv
3.2.3 Gestión del tiempo (Gantt del proyecto).....	56
3.2.4 Gestión de costos (horas-hombre) .....	57
3.2.5 Gestión de Calidad (Pruebas unitarias e Integrales) .....	60
3.2.6 Control de Cambios (formato y aprobación) .....	61
3.2.7 Gestión de Riesgos.....	63
<b>CAPITULO IV: RECURSOS Y CRONOGRAMA.....</b>	<b>66</b>
4.1 Recursos.....	66
4.2 Cronograma de ejecución .....	66
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
5.1 Conclusiones.....	67
5.2 Recomendaciones .....	67
<b>CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>
Anexo 1. Matriz de Consistencia .....	71
Anexo 2. Matriz de operacionalización .....	72
Anexo 3. Cronograma.....	73
Anexo 4. Constancia emitida por la institución donde se realizó la investigación.....	1
Anexo 5. Encuesta sobre capacitación a los caticultores.....	2
Anexo 6. Solicitud de cambio.....	5
Anexo 7. Modelo Entidad Relación de Base de Datos .....	1
Anexo 8. Script Base de Datos .....	1

**Lista de tablas**

v

Tabla 2. Infraestructura modular de OpenCV.....	15
Tabla 3. Definiciones de IoT .....	20
Tabla 4. Factores de influyen en la calidad del café pergamino .....	26
Tabla 5. Defectos físicos más comunes de los granos de café.....	26
Tabla 6. Descripción del macroproceso de beneficio de café húmedo.....	29
Tabla 7. Flujo de beneficio de café húmedo .....	30
Tabla 8. Descripción de recursos, requisitos y seguimiento del macroproceso de beneficio de café húmedo.....	31
Tabla 9. Instrumentos de medición.....	31
Tabla 10. Inspecciones.....	32
Tabla 11. Tares y recursos del proceso.....	32
Tabla 12. Entidades de la base de datos.....	33
Tabla 13. El Costos y beneficios del método de selección de granos.....	39
Tabla 14. Principales entregables del proyecto.....	43
Tabla 15. Requisitos del método de selección de granos.....	44
Tabla 16. Paquete de trabajo: Fase de inicio.....	45
Tabla 17. Paquete de trabajo: Fase de revelamiento.....	47
Tabla 18. Paquete de trabajo: Instalación de Red LAN.....	48
Tabla 19. Paquete de trabajo: Desarrollo de software .....	50
Tabla 20. Paquete de trabajo: Pruebas integrales.....	52
Tabla 21. Paquete de trabajo: Fase de despliegue.....	54
Tabla 22. Flujo de caja.....	57
Tabla 23. Costos de horas hombre.....	57
Tabla 24. Costos por fases. ....	59
Tabla 25. Pruebas unitarias e integrales.....	60
Tabla 26. Matriz de riesgos.....	63
Tabla 76. Matriz de riesgos y contingencias.....	64
Tabla 28. Recursos de la investigación.....	66

**Lista de figuras**

vi

Figura 1. Modelo de visión por computador.....	14
Figura 2. Modelo de visión por computador.....	16
Figura 3. Café arábigo variedad catimor.....	21
Figura 4. Proceso de despulpado de café cereza.....	22
Figura 5. Proceso de lavado de granos verdes. ....	23
Figura 6. Proceso de secado de granos verdes. ....	24
Figura 7. Proceso de almacenamiento de café pergamino. ....	25
Figura 8. Modelo ASIS del macroproceso de beneficio de café húmedo de la asociación Productores Cafetaleros Camporredondo. ....	29
Figura 9. Modelo TOBE del macroproceso de beneficio de café húmedo de la asociación Productores Cafetaleros Camporredondo. ....	29
Figura 10. Pantalla de inicio de sesión al sistema de selección de granos.....	35
Figura 11. Pantallas de puesta en marcha del sistema de selección de granos de café. ....	35
Figura 12. Pantalla de formulario de ingreso de datos de venta de café pergamino.....	35
Figura 13. Pantalla de ingreso de datos de trilla de café pergamino de la asociación Productores Cafetaleros Camporredondo. ....	36
Figura 14. Formulario de registro de incidencia y errores en el sistema de selección de granos de café.....	36
Figura 15. Arquitectura tecnología del sistema de selección de granos de café a nivel de componentes.....	37
Figura 16. Descripción general de la arquitectura tecnología del sistema de selección de granos de café.....	38
Figura 17. Diagrama Gantt del proyecto de selección de granos. ....	56
Figura 18. Gráfico de costo y costo acumulado.....	58
Figura 19. Gráfico de barras de horas hombre.....	58

## **CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

Actualmente sector agrícola el café es considerado como el mejor producto a nivel nacional, mientras que a nivel internacional se posiciona en el séptimo lugar, del mismo modo su posicionamiento en la balanza comercial es fuerte donde es superado por algunos minerales, petróleo, harina de pescado y gas natural. La producción de café peruano proviene de las plantaciones de cafetos que se encuentran distribuidas en 425,416 hectáreas (ha) en 17 regiones, 67 provincias y 338 distritos. Por otro lado, el 95% de estas plantaciones está conformado por parcelas de cinco hectáreas o menor. En consecuencia, solo el 20% logra exportar de forma directa y la mayoría vende a cooperativas o empresas locales, esta situación refleja un resultado crítico que solo 3% de los caficultores conduce sus predios de café con alta tecnología y que el 7% posee acceso a algún tipo de crédito. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

Se evidencia que un grupo muy reducido de productores de café posee alta tecnología y buenas prácticas de manejo de café en sus predios lo que provoca que más del 95% aproximadamente de productores enfrente grandes dificultades para producir café pergamino que certifique acorde a los estándares mínimos requeridos de los mercados internacionales. Esta situación se debe a varios factores y situaciones, pero los principales son los sistemas de producción artesanal, bajo nivel técnico de los caficultores y el cambio climático.

En relación a la situación nacional la Asociación Productores Cafetaleros Camporredondo en la Provincia de Luya, región Amazonas refleja una situación similar realizando sus procesos selección de café cereza, despulpado, lavado y secado de forma artesanal y que, además el personal encargado de realizar las actividades relacionadas a estos procesos clave, no poseen el conocimiento de buenas prácticas de producción de café pergamino. Pero su principal problema que actualmente enfrenta es la selección de granos de café